



## Fassadenkollektoren

Von Irene Bergmann und Thomas Müller

Fassadenintegrierte Kollektoren stellen eine Möglichkeit dar, in neue Bereiche des Solarmarktes vorzudringen. Bei Gebäuden, bei denen keine ausreichende Dachfläche zur Verfügung steht oder bei denen die Dachfläche nicht optimal ausgerichtet ist, sind Fassadenkollektoren mehr als nur eine Alternative.

Die jährliche installierte Kollektorfläche von thermischen Sonnenkollektoren für die Warmwasserbereitung und Raumheizungsunterstützung ist seit dem Jahr 1975 kontinuierlich gestiegen und erreichte ihren Maximalwert von 183.800 m<sup>2</sup> im Jahr 1996. Seither hat sich dieser Markt stabilisiert.

Im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften wurden von der **AEE INTEC** im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie systemtechnische und bauphysikalische Grundlagen der Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren erarbeitet [Lit. 2]. Das besondere Interesse bei diesem Projekt lag bei Anlagen mit nicht hinterlüfteten Kollektoren. Neben den bauphysikalischen Fragestellungen wurde auch der Frage der architektonischen Integration der Kollektoren in die Gebäudehülle nachgegangen, da diese als Teil der Fassade sichtbar werden.

Das Projekt wurde im April 2002 abgeschlossen. Der Endbericht kann von der Homepage von Haus der Zukunft heruntergeladen werden, [www.hausderzukunft.at](http://www.hausderzukunft.at) [Lit. 3].



Abbildung 1: 80 m<sup>2</sup> fassadenintegrierte Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung und zur Heizung des Bürogebäudes und der Fertigungshalle (Quelle: AKS DOMA)

### Anwendungsbereiche von Fassadenkollektoren

In der Heizsaison ist der Einstrahlungswinkel der Sonne in die Fassade sehr günstig. Dies wiederum kommt Anlagen zur solaren Raumheizung zugute, da in der kalten Jahreszeit ein

höherer Wärmebedarf besteht. Gerade bei Solaren Kombianlagen zur Warmwasserbereitung und Raumheizung werden oft sehr große Kollektorflächen benötigt (15 – 30 m<sup>2</sup> [Lit. 4]). Dafür stehen große, bisher ungenutzte Flächen in der Fassade zur Verfügung. Im Jahr 2001 wurden in Österreich 81.600 m<sup>2</sup> Kollektorfläche für reine Warmwasserbereitungsanlagen und 78.400 m<sup>2</sup> Kollektorfläche für Kombianlagen (Warmwasserbereitung und teilsolare Raumheizung) neu installiert [Lit. 1]. Besonders Kombianlagen stellen ein großes Potenzial für Fassadenkollektoren dar.

Weiters stehen bei Bürogebäuden und Produktionshallen, aber auch bei großen öffentlichen Gebäuden wie Mehrzweckhallen oder Schulen, große Flächen an bisher ungenutzter Fassade zur Verfügung. Dieses Potenzial ist noch lange nicht ausgeschöpft.

### **Dampfdiffusion**

Ein Schwerpunkt des Projekts war die Untersuchung der Wasserdampfdiffusion in Wandaufbauten mit einem nicht hinterlüfteten Kollektor. Die theoretischen Untersuchungen wurden durch die Vermessung an Testanlagen ergänzt. Die Testfassaden wurden auf unterschiedliche Wandaufbauten (Massivwand und Leichtbauwand, siehe Abbildung 2) aufgebracht, um das unterschiedliche Verhalten des Systems Wand/Kollektor zu erfassen.

Die Auswertung der Messergebnisse bestätigte vorangegangene theoretische Analysen, dass es bei geeigneten Wandaufbauten zu keinen Kondensationen im Wandaufbau kommt. Bei der Anbringung von thermischen Sonnenkollektoren an eine Wand ohne Hinterlüftungsebene hinter dem Kollektor muss die Wand jedoch die Möglichkeit haben, die Bau- und Materialfeuchte auszutrocknen. Dies ist im Fall der Kollektorfassade nach außen nicht möglich, da der Kollektor durch die Glasabdeckung eine dampfdichte Schicht darstellt. Es ist daher nötig, dass die Wand nach innen austrocknen kann. Dies bedingt eine nach innen diffusionsoffener werdende Bauweise. Im Fall von Leichtbaukonstruktionen bedeutet dies, eine Dampfbremse zu verwenden, die einen sehr geringen Dampfsperwert (sd-Wert kleiner 1 m) aufweist, oder eine reine Luftsperrschicht zu verwenden.



Abbildung 2: Testfassade mit 55 m<sup>2</sup> Kollektorfläche auf einem Zweifamilienwohnhaus in Graz

### **Verringerung der Wärmeverluste des Gebäudes**

Um den Wärmetransport in Wänden mit fassadenintegrierten Kollektoren zu ermitteln, wurden einerseits theoretische und andererseits praktische Untersuchungen vorgenommen. Für die theoretischen Untersuchungen wurden verschiedene Wandaufbauten simuliert und durch Variation von Kollektortyp und Dämmstärke mit den Wandaufbauten ohne Kollektor rechnerisch verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass der Kollektor ohne Hinterlüftung eine Verbesserung des effektiven U-Wertes im Vergleich zum statischen U-Wert der Wand bewirkt.

Durch den Fassadenkollektor werden die Transmissionswärmeverluste der Wand im Winter herabgesetzt. Dieser Effekt ist umso stärker spürbar, je mehr Strahlung auf die Wand trifft. Aber auch bei strahlungsarmen, nebeligen Perioden kommt es zu einer signifikanten Verminderung der Wärmeverluste durch die Wand. Der Absorber erwärmt sich auch bei diffuser Einstrahlung über die Temperatur der Umgebung hinaus. Dies lässt sich in einem effektiven U-Wert ausdrücken, der aus der Raumtemperatur, der Außentemperatur und dem Wärmestrom ermittelt werden kann, der in der Wand herrscht. Dieser effektive U-Wert kann je nach Wandaufbau und Strahlungsbedingungen weit unter dem statischen U-Wert liegen und Werte um Null erreichen bzw. sogar leicht negativ werden. Das bedeutet, dass die Transmissionswärmeverluste über den Wandabschnitt mit integriertem Fassadenkollektor unterbunden werden. Dieses Ergebnis konnte durch die Messergebnisse der Testfassaden bestätigt werden (siehe Abbildung 3). Der effektive U-Wert lag in der gesamten ausgewerteten Periode unterhalb des statischen U-Werts.

Abbildung 3: Statischer und effektiver U-Wert ermittelt aus den Messwerten der Testanlage Graz

### **Anlagenplanung**

Fassadenintegrierte Kollektoren ohne Hinterlüftung können sowohl bei einer Altbausanierung als auch im Zuge eines Neubaus eingesetzt werden. Die Herangehensweise ist in den beiden Fällen jedoch unterschiedlich: bei der Altbausanierung muss sich die Einbindung des Kollektors in die Fassade in den meisten Fällen an die gegebene Architektur anpassen. Auch bei der Dimensionierung des Energiespeichers sind die gegebenen räumlichen Bedingungen ausschlaggebend.

Im Neubau besteht jedoch die Möglichkeit, den thermischen Kollektor als direkten Bestandteil der Architektur in den gesamten Planungsablauf einzubeziehen. Neben Form und Höhe eines Gebäudes bestimmt die Gestaltung der Fassade im hohen Maß das Aussehen eines Hauses.

Bei der Planung von Fassadenkollektoranlagen ist es daher nötig, dass Architekten und Anlagenplaner möglichst früh zusammenarbeiten. Auf diese Weise kann vermieden werden, dass sich der Bau unnötig verzögert, weil zum Beispiel Anschlussdetails nicht bedacht wurden oder der Kollektor in dem gewünschten Abmaß nicht erhältlich ist.

### **Farbige Absorber**

Im Rahmen des Projekts wurde eine Architektenbefragung über den Einsatz von thermischen Sonnenkollektoren in der Fassade durchgeführt. Aus dieser Befragung und in weiterer Folge aus der direkten Diskussion mit Architekten wurde deutlich, dass diese für den breiten Einsatz von Fassadenkollektoren die Notwendigkeit von farbigen Absorbern sehen.

Der Wunsch der Architekten nach farbigen Absorbern führte in weiterer Folge zum EU-Projekt „Colourface“. Ziel dieses Projektes, das die **AEE INTEC** zusammen mit anderen Forschungspartnern und Unternehmen (s. Kasten) durchführt, ist die Entwicklung selektiver farbiger Schichten für Absorber. In dem Projekt soll weiters ein geeignetes dynamisches Rechenmodell entwickelt werden, mit dem der Feuchtetransport in Wänden mit direkt integrierten Kollektoren ohne Hinterlüftung simuliert werden kann. Bisher zur Verfügung stehende Programme zur Ermittlung der Dampfdiffusion in Wänden können diese Fragestellung nicht hinreichend genau beantworten. Colourface wird zu 50% von den am neuen Projekt beteiligten Unternehmen und zu 50% von der EU getragen.

#### **Das Projektteam:**

##### **Unternehmen:**

DOMA Solartechnik GmbH, Satteins, Österreich

KIMI d.o.o., Trzin, Slowenien  
CORONA Solar GmbH, Tholey-Theley, Deutschland  
Wagner & Co. Solartechnik GmbH, Cölbe, Deutschland  
Architekturbüro Werner Nussmüller, Graz, Österreich  
VMZ Maschinenbau und Laserbearbeitung, Ludesch, Österreich

**Forschungsinstitute:**

Fraunhofer Gesellschaft - Institut für Solare Energiesysteme (FhG-ISE), Freiburg, Deutschland  
Nationales Institut für Chemie, Ljubljana, Slowenien  
**AEE INTEC**, Gleisdorf, Österreich

Wie schon oben erwähnt, ergaben sich aus dem Fassadenkollektorprojekt Fragestellungen, die in einem neuen Projekt geklärt werden sollten. Vor allem die Anforderung der Architekten, Kollektoren zu einem attraktiven Gestaltungselement der Fassade zu machen, ist eine der zentralen Aufgaben im Rahmen von Colourface. Dies bedeutet, dass farbige Beschichtungen für die Absorber entwickelt werden sollen, welche in ihrer Leistungsfähigkeit möglichst nahe an schwarze selektive Schichten herankommen.

Bisherige Anwendungen von farbigen Kollektoren bestanden darin, dass Absorber mit herkömmlichen temperaturbeständigen Lacken beschichtet wurden. Mit diesen Kollektoren konnte allerdings das Leistungsniveau von schwarzen Solarlackabsorbern nicht erreicht werden – ein Vergleich mit selektiv beschichteten Absorbern war außer Diskussion.

Damit war klar, dass eine neue Beschichtung entwickelt werden muss, welche die folgenden Anforderungen erfüllen kann. Sie muss farbig, selektiv, temperaturbeständig und mit herkömmlichen einfachen Techniken auf die Absorberbleche aufzubringen und nicht zuletzt auch wirtschaftlich in der Herstellung und Anwendung sein. Außerdem sollte das Bindersystem für die Aufnahme der Farbpigmente die Umwelt bei der Entsorgung nach der Lebensdauer möglichst wenig belasten.

Die neu entwickelten Farben werden von der **AEE INTEC** in Gleisdorf auf einem Teststand einem Vergleich mit Standardkollektoren, welche schwarz beschichtet sind, unterzogen. Dabei werden sowohl Kupferabsorber als auch Aluminiumabsorber getestet und der Einfluss von antireflexbeschichtetem Glas auf die thermische Leistungsfähigkeit untersucht. Aus den Messergebnissen werden Regeln für die Auslegung von farbigen Fassadenkollektoranlagen abgeleitet, welche Planern und Architekten in Form eines Planungshandbuches zur Verfügung gestellt werden.

Weiters werden die zwei Gebäude mit unterschiedlicher Wandkonstruktion mit einer Fassadenkollektoranlage ausgestattet. Sämtliche im Projekt gewonnenen Erkenntnisse werden dabei unter realen Bedingungen erprobt und in einer detaillierten Messphase evaluiert.

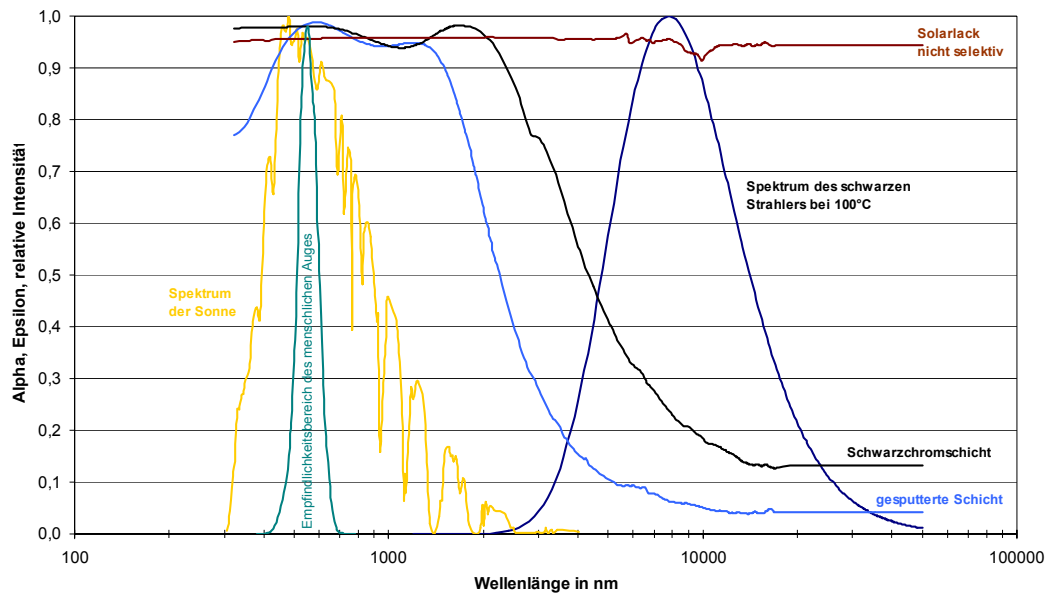


Abbildung 4: Spektraler Verlauf von Absorption und Emission einer selektiven und einer nicht selektiven Beschichtung. Nicht selektive Beschichtungen strahlen einen Teil der aufgenommenen Sonnenstrahlung in Form von Wärme wieder ab, womit dieser Energieanteil nicht mehr genutzt werden kann.

## Literatur

- 1: Der Solarmarkt in Österreich, 2000, 2001", Bundesverband Solar, G. Faninger
- 2: Systemtechnische und bauphysikalische Grundlagen der Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung, Bergmann, I., **AEE INTEC**, Gleisdorf, 2002
- 3: Homepage der Programmlinie Haus der Zukunft im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften [www.hausderzukunft.at](http://www.hausderzukunft.at)
- 4: Dritter Industrie-Newsletter der IEA SHC – Task 26 (Internationale Energieagentur, Solar Heating and Cooling Programme), Solare Kombianlagen für Warmwasser und Raumheizung, Jänner 2003, Download unter <http://www.iea-shc.org/task26/index.html> (englische, französische, deutsche Ausgabe vorhanden)

## Autoren

Dipl.-Ing. Irene Bergmann und Dipl.-Ing. Thomas Müller sind Mitarbeiter der **AEE INTEC** in Gleisdorf, [t.mueller@aee.at](mailto:t.mueller@aee.at)